AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

NATIONAL AUTONOMOUS UNIVERSITY OF NICARAGUA, LEON

TECHNOLOGY AND SCIENCES FACULTY

AGROECOLOGY DEPARTMENT

RESEARCHING CENTRE FOR AGRARIAN SCIENCES AND APPLIED ECONOMIC

Working papers series # 7

http://cicaea.unanleon.edu.ni

RCASAE WORKING PAPERS SERIES

WORKING PAPER SERIES # 7-2012

NATIONAL AUTONOMOUS UNIVERSITY OF NICARAGUA, LEON

TECHNOLOGY AND SCIENCES FACULTY

AGROECOLOGY DEPARTMENT

RESEARCHING CENTRE FOR AGRARIAN SCIENCES AND APPLIED ECONOMIC

Green Economies Impact with Methane Reduction in livestock production systems on Latin America

Carlos Alberto Zúniga González*
Noel Ernesto Blanco **
Roberto Berrios***
Jairo Martínez Avendaño****

Abstract

The study assumed the order measure the level green economies productivity livestock (dairy and beef) in Latin America where emissions of methane (CH4) from enteric fermentation are considered. To make these measurements we used the IPCC Tier 1 method for determining emissions of CH4 and measuring its impact on productivity approach was used for data analysis enclosures (DEA), estimating Malmquist indices.

The results show that Ecuador stands with a total factor productivity with a growth rate of 10% during the period 1980-2009, and that this growth was mainly due to technological change represented a 4% rate growth of livestock production where technology involves practices to reduce methane, by the efficiency of labor (farming) of 0.05% assessed deteriorates. In this sense, we find that Costa Rica, Paraguay, Uruguay, Colombia and Guatemala were highlighted with a 7 and 5% in their growth rates to achieve a green economy livestock.

Clasification JEL: O13; O47; Q51;

keywords: Green Economic, Bio Economic, Bio Technology, Malmquist Indexest, Methane Emission Productivity.

* Position: Researching Centre for Agrarian Sciences and Applied Economic Director (RCASAE). Institution: National Autonomous University of Nicaragua, León. Author Address: (505) 2311-1780 e-mail: czuniga@ct.unanleon.edu.ni , czunigagonzales@gmail.com .

** Position: Animal productio Department Lecture, Veterinary Medicin Programm, RCASAE Member, Institution: National Autonomous University of Nicaragua, León. Author Address: (505) 2311-1780 e-mail: nblanco@unanleon.edu.ni ,

*** Position: Enterprise and Economic Sciences Faculty Lecture, RCASAE Member, Institution: National Autonomous University of Nicaragua, León. Author Address: (505) 2311-0080 e-mail: robertze@gmail.com

**** position : Enterprise and Economic Sciences Faculty Chief Chair, RCASAE Member, Institution: National Autonomous University of Nicaragua, León. Author Address: (505) 2311-0080 e-mail:: jairomar@gmail.com

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, LEÓN

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Agroecología

Centro de Investigación en Ciencias Agraria y Economía Aplicada

Impacto de la reducción de Metano en las Economías Verde de los sistemas de producción pecuaria de América Latina

Carlos Alberto Zúniga González*
Noel Ernesto Blanco **
Roberto Berrios***
Jairo Martínez Avendaño****

Resumen

El estudio asumió como fin medir el nivel de productividad de las economías verdes en la actividad pecuaria (leche y carne) de América Latina donde las emisiones de metano (CH_4) por fermentación entérica son consideradas. Para hacer estas mediciones se utilizó el método Tier 1 del IPCC para determinar las emisiones de CH_4 y para medir su impacto en la productividad se utilizó el enfoque de análisis de datos envolventes (DEA), estimando los índices de Malmquist.

Los resultados evidencian que Ecuador se destaca con una productividad total de los factores con un ritmo de crecimiento de un 10 %, durante el periodo de 1980-2009, y que este crecimiento se debió fundamentalmente al cambio tecnológico que representó un 4 % en el ritmo de crecimiento de la producción pecuario donde la tecnología implica prácticas para la reducción de metano, por la eficiencia de la mano de obra (ganadería) de valoró un 0.05 % de desmejora. En este sentido, encontramos que Costa Rica, Paraguay, Uruguay, Colombia y Guatemala se destacaron con un 7 y 5 % en sus ritmos de crecimiento para alcanzar una economía verde pecuaria.

Clasificación JEL: O13; O47; Q51;

* Cargo: Director Centro de Investigación de Ciencias Agrarias y Economía Aplicada (CICAEA), institución: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, dirección del autor: (505) 2311-1780 e-mail: czuniga@unanleon.edu.ni , czunigagonzales@gmail.com .

** Cargo: Docente Departamento de Producción Animal, Medicina Veterinaria, Miembro CICAEA, institución: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, dirección del autor: (505) 2311-1780 e-mail: nblanco@unanleon.edu.ni ,

*** Cargo: Docente Departamento de Empresariales, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Miembro CICAEA, institución: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, dirección del autor: (505) 2311-0080 e-mail: robertze@gmail.com

**** Cargo: Jefe Departamento de Empresariales, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Miembro CICAEA, institución: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, dirección del autor: (505) 2311-0080 e-mail: jairomar@gmail.com

Palabras Claves: Economía Verde, Bio Economía, Bio Tecnología, Índices de Malmquist, Productividad, Emisiones de Metano.

Introducción

El concepto de economía verde es relativamente novedoso, y se ha utilizado para referirse a la forma de uso de los recursos naturales para producir satisfactores para la población, este se define como "un sistema de actividades económicas relacionadas con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios que resulta en mejoras del bienestar humano en el largo plazo, sin, al mismo tiempo, exponer a las generaciones futuras a riesgos ambientales y escasez ecológicas significativas".

De acuerdo con Serrano et al. (2011) uno de los principales objetivos de la Economía Verde es el de conseguir un sistema económico sostenible, o dicho de otra forma, lograr la equidad intergeneracional. En la actualidad, el cambio climático representa uno de los mayores problemas ante los que se enfrenta la Tierra, y por tanto, la humanidad. El cambio climático es más que todo resultado de la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero.

Siendo el metano uno de los gases que se reconocen como generadores del efecto invernadero, el trabajo realizado por los productores pecuarios en América Latina para reducir la emisión de metano, debe necesariamente generar un impacto en la economía que se traduzca en una mejora de la productividad y consumo, lo cual a su vez debe representar mejores condiciones de vida en las sociedades.

La explotación de ganado vacuno en todos los tipos de sistemas de producción, genera emisiones de metano (CH4). Metano resultante de la fermentación entérica y de las emisiones de los sistemas de gestión del estiércol vacuno.

En América Latina son varios los países con una cabaña de vacunos importante (Brasil, Argentina, México, etc) y por ende con una alta tasa de emisiones de metano. Los sistemas de producción en A.L. tropical son por lo general extensivos con bajos índices productivos, acordes con la baja calidad de las dietas. Éstas consisten básicamente en alimentos con alto contenido de fibra, lo que implica una baja tasa de pasaje y altas emisiones de metano, Kurihara et al. (1999).

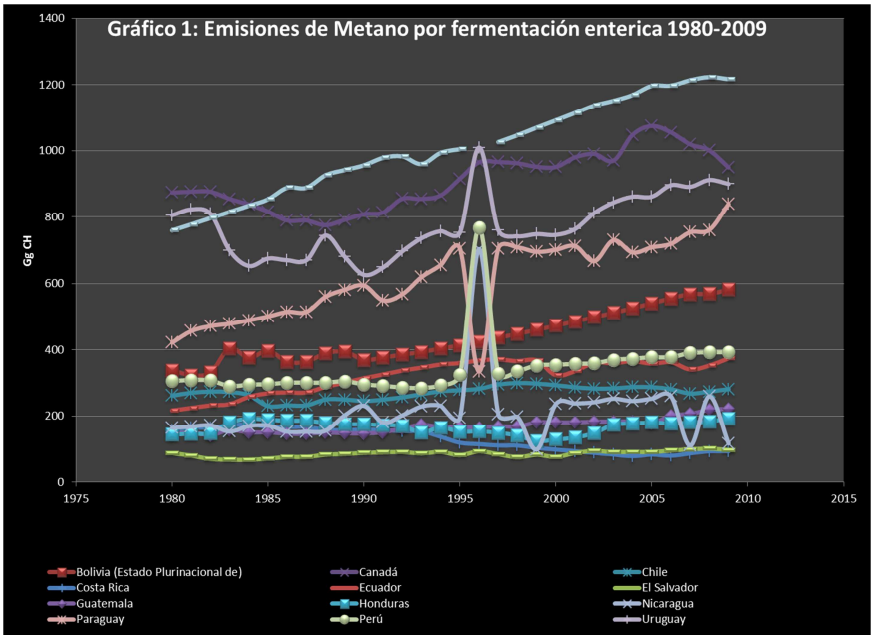
Según datos de la USEPA (1993) los rumiantes producen entre 65 y 100tn de metano por año. Entre los rumiantes los bovinos representan la fuente principal, produciendo cerca del 75% de las emisiones. En A.L. el país que más responsabilidad tiene en las emisiones de metano es Brasil con el 12 %.

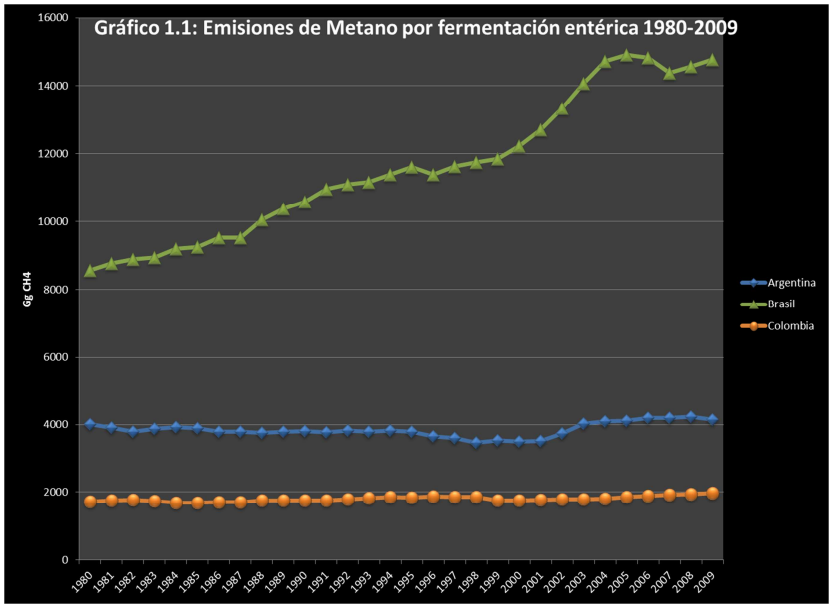
Según Berra et al. (2000), en Argentina los bovinos son responsables del 94 % de las emisiones totales de todas las especies animales de interés zootécnico, con una producción de 2488 Gg/año sobre un total de 2644Gg/año. Así mismo las emisiones provenientes de la fermentación entérica representan un 98 % (2577Gg/año) contra un 2 % (67Gg/año) del proveniente por el tratamiento del estiércol.

De acuerdo con Carmona et al. (2005) la proyección de emisiones de metano de origen animal para el año 2010 en Colombia serían del orden del 70 % de la participación total de los GEI. De esto un 95 % correspondería a las emisiones entéricas del ganado lechero y cárnico.

En México Gonzáles y Ruíz (2007), reportan diferencias significativas entre las estimaciones propias de emisiones de metano de la ganadería y los valores reportados por el IPCC en 1997 y el 2000, lo que sugiere que es necesario desarrollar más estudios, tratando siempre que las estimaciones sean cada vez más exactas. Existe una cantidad de factores que afectan la producción de metano de los rumiantes, por lo que las estrategias para su mitigación deben de ser integrales y cuidadosamente diseñadas a cualquier nivel de planeación Bonilla et al. (2012). Igualmente Carmona et al. (2005), considera que el mejoramiento de las características nutricionales del forraje y la implementación de sistemas estratégicos de suplementación animal, así como la implementación de sistemas de pasturas mixtas y de sistemas silvopastoriles entre otros, pueden mejorar considerablemente las características fermentativas a nivel ruminal, reflejándose en una mayor productividad y en una disminución de las emisiones totales de metano.

Los gráficos 1 y 1.1 representan las emisiones de metano por fermentación entérica durante el periodo 1980-2009. Se puede notar que Brasil, Argentina y Colombia son los países con mayores emisiones de metano. De igual manera, se nota una tendencia creciente. Por otro lado, notamos que los países centroamericanos son los que presentan menores emisiones de CH_4 a diferencia de los países del Sur incluyendo a Canadá que superan los 400 Gg.





El documento se organizó en cinco secciones, en la segunda sección se presentan los datos y la metodología usada donde se aborda el método para calcular las emisiones de metano por fermentación entérica y los índices de Malmquist; en la tercer sección se abordó los resultados y su discusión con hallazgos similares de estudios anteriores, en la cuarta sección se realizan las conclusiones y recomendaciones y finalmente presentamos las referencias bibliográficas consultadas para este estudio.

Materiales y métodos

El estudio utilizó las bases de datos del sistema de estadísticas de la Organización de la Alimentación y agricultura en Roma. Ha sido disponible para acceder y descargar todos los datos necesarios en el sitio Web de la FAO[1].

El análisis empírico en este estudio involucra a los datos anuales de 17 países de América Latina durante el periodo 1980 al 2009. La actividad de la ganadería es importante en la contribución al producto interno de los países, pero también esta actividad representa uno de los mayores emisores de metano, uno de los gases de efecto invernadero.

Cobertura de países El estudio incluye 17 países de América Latinas. Estos países son ganaderos los cuales producen leche y carne. Los países incluidos en este estudio son: Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Periodo de tiempo: El presente estudio esta basado en los resultados del periodo de 1980 al 2009, se consideran 30 observaciones.

Serie de Salida (Output): Debido a los problemas de grados de libertad con la aplicación de la metodología DEA, el presente estudio usa dos variables outputs. Por las características de la

[1] Estos datos están disponible en http://faostat.fao.org/

producción pecuaria, el primer output es la producción de leche medido en toneladas, y el segundo es la producción de carne medido en toneladas.

Serie de entradas (Inputs): Dado las restricciones en el número de variables que pueden ser usados en el análisis DEA, optamos por considerar las siguientes variables consideradas en el sistema de producción pecuaria donde es importante valorar el impacto de las emisiones de metano (CH4):
Tierra: La variable cubre la superficie utilizada para praderas y pastos temporales, praderas y pastos temporales irrigados, praderas y pastos temporales no irrigados, praderas y pastos permanentes, praderas y pastos permanentes orgánicos, certificados, en conservación en tierra orgánica, praderas y pastos permanentes cultivados e irrigados, crecidos de manera natural, expresados en miles de hectáreas.

Inversión: Esta variable comprende las importaciones de maquinaria y equipo agrícolas como cosechadoras-trilladoras, ordeñadoras y herramientas para la siembra de pastos, maquinas para trillar (recolección de forraje), máquinas para ordeñar y aparatos para la industria lechera, expresada en valores en miles de dólares.

Mano de obra: Esta variable esta referida a la población total económicamente activa en agricultura (actividad pecuaria), esta población es estimada por la división de estadísticas de la FAO en miles de personas.

MÉTODO

Coelli, et al. (2007), utiliza una medida de eficiencia medioambiental alternativa que involucra la incorporación de materiales en un balance de la condición en el modelo de producción. Para nuestro caso es la consideración de la producción de metano (CH4) en este modelo. En estos modelos, donde el vector de salida (Output) deseable fue ajustado y los outputs indeseables fueron vistos como los componentes netos del balance de economía verde definidos en la ecuación 1:

$$N(q,a) = min\{a'x|(x,q) \in P\} where\ P\ is\ the\ output\ set \qquad (1)$$

Donde q es ajustado, el balance agregado es minimizado cuando los agregados de la entrada (input) de metano componentes contenido en (N = a'x) es minimizado[2]. En este método, en lugar de minimizar las entradas al sistema pecuario, se minimizan los contenidos de metano agregados en el vector de entradas. Esto es realizado en la indigesta de los rumiantes estudiados donde una finca es mas eficiente ambientalmente (Economía Verde) si produce un balance más bajo en la producción de metano.

El vector de entrada que contiene el mínimo de metano producido es denotado por x_e y el mínimo de metano producido es igual a $Ne = a'x_e$. El metano contenido en el vector de entrada es denotado por N = a'x. El vector de entrada eficiencia técnica es denotado por x_t .

Estos tres vectores de entrada son ilustrados en la Figura 1, por el simple caso donde hay dos variables. La pendiente de los componentes de la curva de iso-economía verde refleja los porcentajes de las dos entradas de los componentes contenidos en la economía verde. El intercepto de estas línea representa la cantidad total de metano (N) contenido en los vectores de entrada x, x_e, x_t . La curva de los componentes de economía verde que pasan a través de los puntos observados (x_1, x_2) tienen un largo intercepto tanto

[2] En es caso se excluye donde la economía verde es negativo. La realidad es que si hay balance positivo de la producción pecuaria considerando el metano en la producción agropecuaria. El balance positivo considera la disminución del consume de metano como un gas de efecto invernadero que afecta la capa de ozono. Un positivo balance es denotado por el agregado.

que la línea pasando a través de los puntos de la eficiencia técnica (x_{1t}, x_{2t}), punto que tiene un intercepto que tanto largo como la línea que pasa a través el punto de minización del componente de economía verde (x_{1e}, x_{2e}).

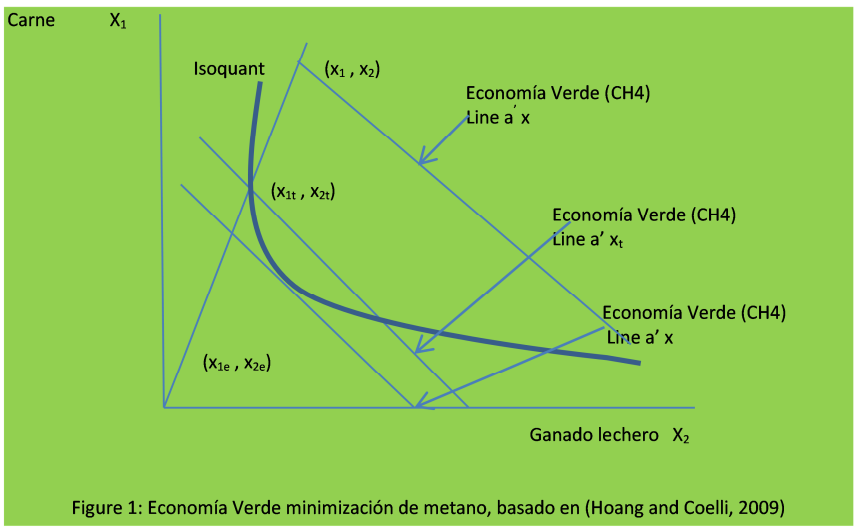


Figure 1: Economía Verde minimización de metano, basado en (Hoang and Coelli, 2009)

Seguidamente, se definen la eficiencia de los componentes orientado de la economía verde (EB), eficiencia técnica (ET), y los componentes orientados de la eficiencia técnica asignativas (EAB).

$$\mathrm{ET}(\mathrm{q},\mathrm{x}) = \min_{\theta}\{\theta \mid (\theta x, q) \epsilon Y\}, \tag{2}$$

Donde θ es un escalar que toma valores entre 1 y 0. El vector x_t es la solución optimizada al problema. $V_t = a' x_t$ es definido como contenido de producción de metano reducido en el vector de eficiencia técnica y de ahí resulta:

$$\mathrm{ET} = \frac{V_t}{V} = \frac{a' x_t}{a' x} = \theta, \tag{3}$$

Siguiendo a Coelli, et al. (2007), la medida de eficiencia del componente de economía verde orientado (EV) de una finca definido por el porcentaje de la minimización de Economía Verde considerando la producción de metano como componentes observados en la Economía Verde:

$$\mathrm{EV} = \frac{V_e}{V} = \frac{a' x_e}{a' x}, \tag{4}$$

Entonces EV puede ser descompuesto en eficiencia técnica (ET) y componente orientado de economía verde de eficiencia asignativas (EAV):

$$EV = ETxEAV, \tag{5}$$

donde

$$EAV = \frac{V_e}{V_t} = \frac{a'x_e}{a'x_t}, \quad (6)$$

ETV relaciona la operación de la finca frontera de la producción pecuaria tecnológica[3] (por ejemplo la curva de posibilidad de producción) mientras EAV relaciona el correcto input dado los contenidos de metanos producidos. Todas las medidas de eficiencia tomas valores entre 1 y 0. El valor de unidad indica el total de eficiencia mientras que la unidad menor de la unidad implica ineficiencia.

Como se expresó en Coelli, et al. (2007), EV puede ser estimado siguiendo el procedimiento similar para estimar la eficiencia de costos en la cual el vector de contenido de metano de las entradas (a) es usado en lugar de precios.

Hay algunas ventajas de usar la medida de eficiencia orientada de economía verde. Primeramente, en el definición de las distancias de las funciones y la función frontera (por ejemplo función de ingresos, costos y beneficios), este enfoque permite la estimación de precios sombras de la economía verde pecuaria que en nuestro caso no se consideran, pero sin embargo se considera la reducción de metano por la mejora de la alimentación. Esto fue discutido en Coelli, et al. (2007).

La segunda ventaja es que la eficiencia del componente orientado de la Economía Verde (V) en la actividad pecuaria y la medida de productividad es aplicable al análisis de la Economía Verde considerando la disminución de metano en las actividades pecuarias. En la actividad pecuaria de América Latina, por ejemplo, hay temas concernientes al balance de la producción de leche y carne dando un tratamiento a la fermentación entérica y la mejora en la ingesta de los rumiantes. Este enfoque puede cuantificar en la economía verde la eficiencia y la productividad aplicando la Economía Verde con el balance de disminuir el CH_4 en las actividades pecuarias. El agregado de metano en la función de producción pecuaria considera los pesos para medir la eficiencia y la productividad en la Economía Verde.

Coelli, et al. (2007) discutió el caso cuando hay dos componentes en una actividad productiva (Economía Verdes) el cual requirió dos materiales en el balance de la ecuación. Si hay dos entradas y una salida, la ecuaciones serían:

$$z_1 = a_{11}x_1 + a_{21}x_2 - b_1 q, \quad (7)$$

y

$$z_2 = a_{12}x_1 + a_{22}x_2 - b_2 q, \quad (8)$$

Si pesos elegidos son v_1 y v_2, entonces el balance agregado de la ecuación llega a ser

$$v_1 z_1 + v_2 z_2 = (v_1 a_{11} + v_2 a_{12})x_1 + (v_1 a_{21} + v_2 a_{22})x_{2-}(v_1 b_1 + v_2 b_2)q, \quad (9)$$

y normalmente procede el método.

Por ejemplo, la Economía verde para la actividad pecuaria usa diferentes sistemas de producción tanto para la producción de carne como de leche donde la producción de metano puede ser por fermentación entérica como el manejo del estiércol. Los materiales del balance de la ecuación (9)

[3] En nuestro estudio nos referimos a las tecnologías para mejorar la ingesta de los rumiantes de doble propósito.

puede ser usado para estimar el balance de los materiales agregados dado el peso particular elegido para los diferentes materiales.

La tercera característica deseable de este enfoque es que evita la correlación entre las salidas no deseadas y las convencionales entradas en los estudios empíricos. Por ejemplo, uno puede querer comparar el comportamiento de las fincas ganaderas en América Latina las cuales producen metano como uno de los gases de efecto invernadero (Performance). El modelo de producción puede tener la Economía Verde como una salida indeseable mientras el metano como entrada. De acuerdo a las notas metodológicas del Panel intergubernamental del cambio climático (IPCC por sus siglas en inglés) la fermentación entérica puede calcularse para el ganado lechero y el de carne (doble propósito). El método para estimar las emisiones de fermentación entérica por cada país latinoamericano estudiado requiere tres pasos básicos:
Paso 1: primeramente se clasifica la población del ganado vacuno en subgrupos: leche y carne.
Paso 2: se estima el factor de emisión para cada subgrupo
Paso 3: Multiplica el subgrupo del factor de emisión por el subgrupo de población para estimar.

Estos tres pasos pueden ejecutarse en niveles variando la complejidad de detalles. El IPCC presenta 3 enfoques; Tier 1, Tier 2 y Tier 3.

El Tier1, Es un enfoque simplificado que confía un factor de emisión descrito en la literatura o calculado mas detalladamente en la metodología Tier 2. El método Tier 1 es comúnmente usado para la mayoría de las especies animales en los países donde la fermentación entérica no es la categoría de la fuente principal o donde el dato característico no esta disponible. Entonces las emisiones entéricas por explotación de los principales categorías de animales deberías ser consideradas como Tier 1.

El Tier 2 es un enfoque mas complejo que requiere datos específicos por país en energía bruta emitida y factor de conversión por categorías de ganado específico. El método Tier 2 debería ser usado si la fermentación entérica es la principal fuente de categoría para la categoría de animal que representa una larga porción del total de emisiones en el país.

El Tier 3, algunos países para los cuales las emisiones del ganado son particularmente importante puede desear ir más allá del método Tier 2 e incorporar información adicional de sus estimaciones. Este enfoque pudo aplicar el desarrollo de modelos sofisticados que consideran los detalles de la composición, concentración de productos de la fermentación de los rumiantes, variaciones estacionales en la población animal, o la calidad y variabilidad de la alimentación y posibles estrategias de mitigación. Muchas de estas estimaciones serian derivadas de medidas experimentales. Aunque algunos países son promovidos para llegar mas allá del método Tier 2 cuando los datos están disponibles, estos son análisis más complejos. El Tier 3 debería ser sujeto a una amplia revisión de pares internacionales tales como ocurre con las publicaciones de los pares ciegos para asegurar la mejoría de la exactitud o la precisión de las estimaciones. IPCC (2006).

En nuestro estudio utilizamos el método Tier 1, Enfoque para emisiones de metano para fermentación entérica. El método es simplificado, tanto así, que solamente son necesarios los datos de la disponibilidad de la población animal por cada país estudiado divididos en los subgrupos de ganado de leche y carne. Por defecto el factor de emisión es presentado por cada subgrupo de la población animal.

Para estimar la emisión total se utilizo el software IPCC 2006[4], el factor de emisión seleccionados son multiplicado por la población de animal asociado en la ecuación 10 y sumados en la ecuación 11[5]

$$Emisiones = FE_{(T)} * [\![N_T/10^{-6}]\!] \quad (10)$$

Donde Emisiones = emisiones de metano de fermentación entérica Gg CH_4 año'[1]
$FT_{(T)}$ = factor de emisión para la población de ganado definido, kg CH_4 año'[1]
$N_{(T)}$ = el número de cabezas por especie de ganado / categoría T en el país
T = especies / categoría de ganado

$$Total\ CH_{4\ enterica} = \sum_i e_i \quad (11)$$

Donde Total $CH_{4\ enterica}$ = total de emisiones de metano Gg CH_4 año'[1]
$F(i_)$ = son las emisiones por el i^{th} categoría y subcategoría de ganado

Economía Verde-orientado (V) total factor productividad (Reducción de Metano)

En esta sección presentamos el uso de la economía verde-orientada que se entiende como la optimización de la producción de leche y carne dado los insumos donde se consideran las emisiones de metano por fermentación para medir los índices de eficiencia y Productividad Total de los Factores para una economía verde (PTFV) para restringir las emisiones de metano. Estos índices reconstruyen el concepto de el índice de Malmquist PTF input-orientado, propuesto primeramente por Caves, et al. (1982a; b). El índice es construido para medir una distancia radial de los vectores de salida y entrada (sistema de producción pecuario) en un periodo t y t+s relativo a dos referencias tecnológicas: tecnología en el periodo t y tecnología en el periodo t+s.

Primeramente, usando la tecnología (para Ganado lechero y de carne) en el periodo t como una referencia de la tecnología, el índice de Malmquist Economía Verde orientado para el periodo t y t+s es definido como los cambios en la eficiencia de la economía verde orientado en el periodo t+s sobre el periodo t:

$$M_i^t = \frac{EV_i^{t,t+s}}{EV_i^{t,t}}, \quad (12)$$

donde el primer y segundo superíndice refieren al economía verde tecnológica (considerando la reducción de metano) en el periodo de tiempo respectivamente. El subíndice "I" refiere a la entrada orientada o la orientación de los insumos. Por ejemplo, $EV_i^{t,t+s}$ refiere al resultado de la eficiencia ambiental produciendo con menos metano calculada usando los datos observados para cada finca de cada país operando en el periodo t+s relativo a la referencia de la tecnología pecuaria del periodo de tiempo t, usando como input-orientado la estructura de la economía verde.

[4] Este software esta disponible en el sitio web del IPCC y esta disponibles libremente para su descarga.
[5] En la guía metodológica de emisiones de gases efectos invernadero en el capitulo 10 corresponde las ecuaciones 19 y 20. Pp 26.

Similarmente, usando la economía verde como tecnología pecuaria en el periodo t+s como una referencia tecnológica ambiental, un índice PTFV de Malmquist para una economía verde orientado puede ser definido como:

$$M_i^{t+s} = \frac{EV_i^{t+s,t+s}}{EV_i^{t+s,t}} \tag{13}$$

Nuestro PTFV Índice de cambio (CPTFV) es entonces definido como el promedio geométrico de dos índices previos:

$$CPTFV^{t,t+s} = \left[\left[\frac{EV_i^{t,t+s}}{EV_i^{t,t}} X \frac{EV_i^{t+s,t+s}}{EV_i^{t+s,t}}\right]\right]^{1/2}, \tag{14}$$

Todas las V están definidas como sigue:

$$EV_i^{t,t} = \frac{a' x_e^{t't}}{a' x^{t,t}} = \frac{a' x_e^{t,t}}{a' x_t^{t,t}} X \frac{a' x_t^{t,t}}{a' x^{t,t}} = EAV_i^{t,t} x TE_i^{t,t}, \tag{15}$$

$EV_i^{t,t}$ puede ser estimado en una estructura entrada orientadas (por ejemplo por minimización DEA) y $ET_i^{t,t}$ es estimado en una estructura de entradas orientadas estándar dado un input beta (metano) $x^{t,t}$ del tiempo t correspondiente especificado a un nivel de salida de q^t en el tiempo t.

$$EV_i^{t+s,t+s} = \frac{a' x_e^{t+s,t+s}}{a' x^{t+s,t+s}} = \frac{a' x_e^{t+s,t+s}}{a' x_t^{t+s,t+s}} X \frac{a' x_t^{t+s,t+s}}{a' x^{t+s,t+s}} = EAV_i^{t+s,t+s} x\ ET_i^{t+s,t+s}, \tag{16}$$

$EV_i^{t+s,t+s}$ es estimado en una estructura de entrada de insumo-oreintado a la economía verde y $ET_i^{t+s,t+s}$ es estimado en una estructura de Estrada orientada dado un vector insumo $x^{t+s,t+s}$ en un tiempo correspondiente a un nivel de salida correspondiente a q^{t+s} en el tiempo t+s.

$$EV_i^{t,t+s} = \frac{a' x_e^{t,t+s}}{a' x^{t,t+s}} = \frac{a' x_e^{t,t+s}}{a' x_t^{t,t+s}} X \frac{a' x_t^{t,t+s}}{a' x^{t,t+s}} = EAV_i^{t,t+s} x\ TE_i^{t,t+s}, \tag{17}$$

$EV_i^{t,t+s}$ es estimado en una estructura de insumo orientado a la economía verde y $ET_i^{t,t+s}$ es estimado en una estructura estandar de insumo orientado dado el vector insumo vector $x^{t,t+s}$ del tiempo t+s correspondiente a un nivel específico de salida o producto (leche y carne) de q^t en el tiempo t.

$$EV_i^{t,t,s} = \frac{a' x_e^{t,t,s}}{a' x^{t,t,s}} = \frac{a' x_e^{t,t,s}}{a' x_t^{t,t,s}} X \frac{a' x_t^{t,t,s}}{a' x^{t,t,s}} = BAE_i^{t,t,s} x\ TE_i^{t,t,s}, \tag{18}$$

$EV_i^{t,t,s}$ es estimado en una estructura de insumo orientado a la economía verde (V) y $EV_i^{t,t,s}$ es estimado en una estructura de insumo orientado dado un vector insumo $a' x^{t,t,s}$ del tiempo t correspondiente a un nivel especifico de producto pecuario de q^{t+s} en el tiempo t+s.

Siguiendo a Caves, et al. (1982a;b), el índice estándar de la PTF de Malmquist con insumo orientado es definido como

$$CPTF_i = \left[\left[\frac{ET_i^{t,t+s}}{ET_i^{t,t}} X \frac{ET_i^{t+s,t+s}}{ET_i^{t+s,t}}\right]\right]^{1/2}, \qquad (19)$$

el cual puede ser descompuesto en

$$CPTF_i = \frac{ET_i^{t+s,t+s}}{ET_i^{t,t}} \left[\left[\frac{ET_i^{t,t}}{ET_i^{t+s,t}} X \frac{ET_i^{t,,t+s}}{ET_i^{t+s,+s,t}}\right]\right]^{1/2} = CEF_i \; x \; CT_i \,, \qquad (20)$$

donde CET_i es el cambio de la eficiencia técnica y cambio tecnológico CT_i es el promedio geométrico de los dos índices de cambio tecnológico, evaluado en el periodo t y el periodo t+s respectivamente de los datos de estos puntos.

Thus, using equations 20, we have

$$CPTFV_i = CPTF_i \; x \; \left[\left[\frac{TETV_i^{t,t+s}}{ETV_i^{t,t}} X \frac{ETV_i^{t+s,t+s}}{ETV_i^{t+s,t}}\right]\right]^{1/2}, \qquad (21)$$

y de ahí

$$CPTFV_i = CET_i \; x \; CT_i \; \left[\left[\frac{ETV_i^{t,t+s}}{ETV_i^{t,t}} X \frac{ETV_i^{t+s,t+s}}{ETV_i^{t+s,t}}\right]\right]^{1/2} = CET_i \; x \; CT_i \qquad (22)$$

El cambio de la eficiencia técnica (CET) refiere los cambios en la eficiencia técnica de los países observados contra el cambio eficiencia técnica de las fincas de cada país, (CT) refiere al cambio de la frontera tecnológica, que miden el comportamiento ambiental (performance).

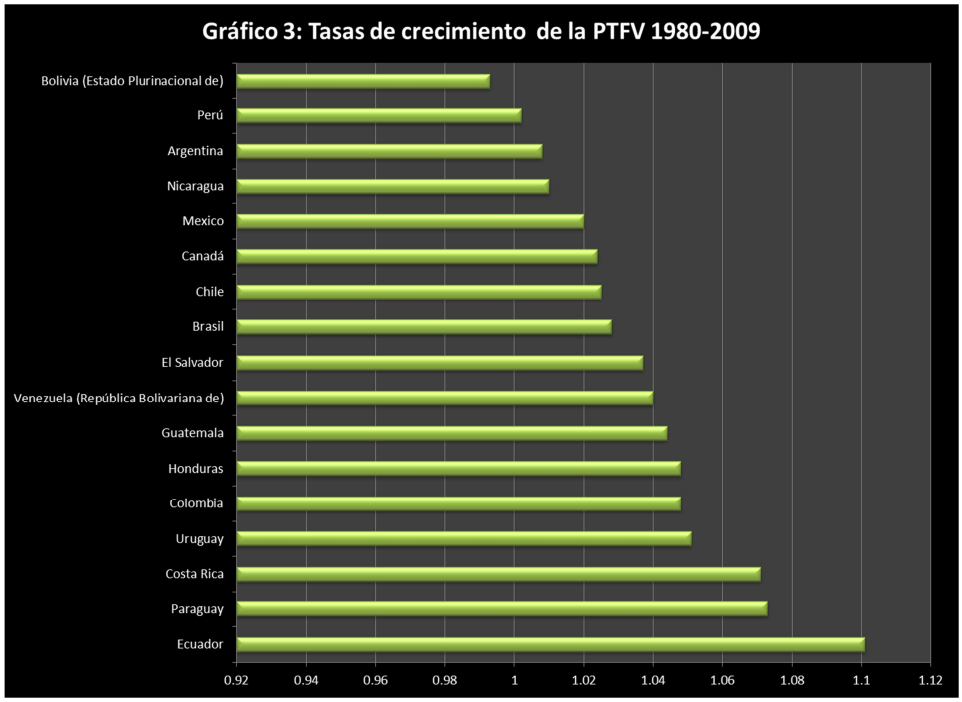
Resultados y discusión

Los cálculos de los resultados del análisis de datos envolventes (DEA) y la productividad total de los factores de la economía verde (TFPV) son resumidos en esta sección. Dado que son 30 observaciones anuales de países 17 países latinoamericanos, tenemos una cantidad de productos descritos computarizados. Nuestros cálculos involucran la solución de (17 x (3x30-2) = 1,496 problemas de programación lineal. Tenemos cientos de segmentos de información en los resultados de eficiencia y sus pares para cada país en cada año. También, tenemos medidas de cambio en la eficiencia técnica, cambio en la productividad total de los factores para cada país en cada par adyacente.

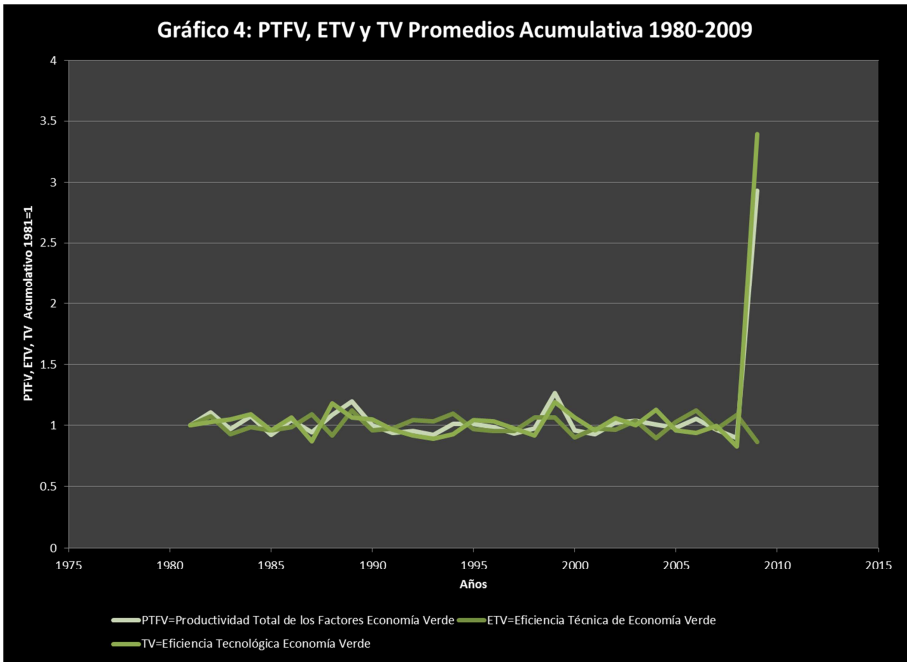
El propósito de nuestra investigación fue medir la productividad de la producción pecuaria en 17 países latinoamericanos donde consideramos un enfoque de la economía verdes incorporando dentro de los insumos del proceso productivo las emisiones de metano procedente de la fermentación entérica.

Los resultados de los promedios de los cambios de la eficiencia y la productividad de la economía verde son presentados la tabla 1 de los anexos y el gráfico # 3, donde se asume la producción pecuaria incorporando como insumo las emisiones de metano, tanto para la producción de leche como de carne para los 17 países considerados en la muestra. Los resultados son presentados en orden descendentes de acuerdo a su puntaje en la productividad total de los factores de la economía Verde (PTFV). El Ecuador registra durante el periodo de estudio un 10 por ciento en el ritmo de

crecimiento, este cambio se explica por la el 10 % del Cambio Tecnológico, tanto en las buenas prácticas lecheras como en la canal. Podríamos decir que los países que en este sentido presentan mejorías en cuanto en la economía verde reduciendo emisiones de metano en sus procesos productivos son Paraguay, Costa Rica, ambos con un 7 %, Colombia, Uruguay, Guatemala, Honduras alcanzaron en promedio un 5 %, Venezuela, El Salvador registraron 5 %, Brazil, Chile Canadá lograron 3 %, México, Nicaragua, Argentina, alcanzaron un 1 %, finalmente, Bolivia y Perú se mantienen en la frontera de la Economía Verde. El estudio indica que la mejoría en el ritmo promedio en los países latinoamericanos se explica por el cambio en el ritmo de crecimiento tecnológico (buenas practicas lecheras y cárnicos), que representó en el periodo de estudio un 4 % de crecimiento. Esta situación es importante para los tomadores de decisiones porque indica el impacto de la actividad pecuaria en cuanto a las buenas prácticas para el manejo del ganado de doble propósito, es decir el manejo en la calidad de alimentación y por consiguiente la mejora en alimenticia para reducir la emisiones de metano y obtener el mejor producto tanto de leche como de la canal.



En la tabla 2 de los anexos y el gráfico 4 se presenta un resumen en promedio acumulada de la productividad total de los factores de la economía verde (PTFV) y la eficiencia técnica de la Economía Verde (ETV) y el cambio tecnológico de la economía verde (TV) durante el período 1980-2009 por año del ritmo de crecimiento de las economías verdes considerando las reducciones de emisiones de metano en la producción de leche y carne.



Se puede notar que en la productividad total de los factores de las economías verdes las variaciones anuales cada dos años en algunos casos, pero mayoritariamente casa año se notan mejorías en las economías verdes pecuarias.
En la tabla 3 se registran los pares con el análisis de datos envolventes (DEA por sus siglas en inglés). En la columna conteo seleccionamos 1980 y el 2009. Se interpreta las veces que los países sirven de pares entre ellos, en relación a la economía verde considerando que en la actividad pecuaria se utilizan tecnologías que reducen las emisiones de metano.

Así observamos que Argentina sirve de par 4 veces en 1980 manteniéndose en el 2009. Para 1980 sirvió de par para Colombia, Guatemala, Paragua y el mismo. Sin embargo, en el 2009 aumenta el número de veces sirviendo de pares 6 veces a los países de Bolivia, Chile, Guatemala, Paraguay, Venezuela y el mismo. De igual manera se destaca Canadá que paso de 3 veces que sirvió de par para el 2008 pasando a 6 el número de veces que sirvió de para como economía verde reduciendo las emisiones de metano.

De igual manera, se observa a Costa Rica que pasó de 2 a 7 el número de veces que sirvió de par como economía verde rediciendo emisiones de metano. El Salvador en cambio en el 2008 sirvió 3 veces no representando ninguno en el 2009. Ecuador paso de 2 a 4 veces sirvió de pares a los países de Venezuela y el mismo, en cambio en el 2009 sirvió de par a Chile, Colombia, Honduras, y el mismo.

Conclusiones y recomendaciones

El estudio presenta algunos importantes hallazgos en el nivel de tendencia del ritmo de crecimiento de la productividad de las economías verde pecuaria considerando la disminución de las emisiones de metano por fermentación entérica.

Los resultados son congruentes con los estudios similares utilizando le mitología DEA como se puede apreciar en la tabla 4 y 4.1. De igual manera, en Zúniga (2011), Zúniga (2011b), Leudena (2003), Leudena (2007), Yeboah (2011) se pueden encontrar resultados similares.

Se determinó del grupo de países estudiados que el crecimiento de la productividad total de los factores para las economías verdes pecuarias considerando la reducción de las emisiones de metanos fue de un 0.02 % y que este cambio se debió fundamentalmente al cambio tecnológico y la economía de escala en la eficiencia técnica. De igual manera, se determina para los años 1980 y 2009 el número de veces que Argentina, Costa Rica, Canadá sirvieron de pares para los demás países.

Para los tomadores de decisiones en materia de política sectorial es importante valorar que el sector pecuario, en tanto que representa el mayor emisor de metano, presenta ritmos de crecimiento considerables en la región latinoamericana registrado durante el periodo un 4 % del ritmo de crecimiento donde se considero las emisiones de metano como un insumo, es decir que en la medida que se incorporen las buenas practicas pecuarias fundamentalmente en la indigesta animal estos índices de productividad total de los factores se incrementaran. Este ritmo de crecimiento se explica por el cambio en el cambio del ritmo tecnológico que confirma la necesidad de incluir en la política sectorial mejorar los ritmos de crecimiento en la eficiencia técnica que se refiere a la mano de obra, si bien es cierto los resultados evidencia mejoras en las inversiones de equipos e infraestructura para las actividades pecuarias, sin embargo es importante desarrollar programas de capacitación en la tecnologías para reducir las emisiones de metano.

Bibliografía citada

Arnade, C., (1998). "Using a Programming Approach to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity", Journal of Agricultural Economics, 49, 67-84.

Avila, A.F.D., and R.E. Evenson (1995). "Total Factor Productivity Growth in Brazilian Agriculture and the Role of Agricultural Research." Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Volume 1: 631-657.

Ball, V. Eldon, Bureau, J.C., Butault, J.P., Nehring, R., (2001) "Levels of Farm Sector Productivity: An International Comparison", Journal of Productivity Analysis, 15, 5-29.

Berra, G., Finster, L., Castanuma, E., Maldonado, V.(2000): Reducción y opciones de mitigación de emisiones del metano del ganado bovino. Ministerio de desarrollo social y medio ambiente. Secretaría de desarrollo sustentable y política ambiental, Argentina (2000).

Bonilla J. A., Flores, C. L.: Emisiones del metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión, Rev. Méx. Ciencias pecuarias 2012 (3) 2: 215 – 246.

Bureau, C., R. Färe and S. Grosskopf (1995), "A Comparison of Three Nonparametric Measures of Productivity Growth in European and United States Agriculture", Journal of Agricultural Economics, 46, 309-326.

Carmona, C. J., Bolívar, M. D., Giraldo, A. L: El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Rev. Col. De ciencias pecuarias. 2005: 18 (1): 49 – 63.

Coelli, T. J. and D. S. P. Rao, (2005). "Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000." Agricultural Economics, 32:s1, pp. 115-34.

Coelli, T. J., L. Lauwers, and G. Van Huylenbroeck (2007), "Environmental Efficiency Measurement and the Materials Balance Condition", Journal of Productivity Analysis, 28:1, pp. 3-12.

Coelli, T.J. et al. (2005)_. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. New York, United States: Springer.

Caves, D. W., L. R. Christensen, and W. E. Diewert. (1982a). "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity." Econometrica, 50:6, pp. 1393- 414.

Caves, D. W., L. R. Christensen, and W. E. Diewert. (1982b). "Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers." The Economic Journal, 92:365, pp. 73-86.

Craig, B.J., Pardey, P.G. and Roseboom, J. (1997), "International productivity patterns: accounting for input quality, infrastructure, and research", American Journal of Agricultural Economics, 79, 1064-1077.

Chavas, J.P.(2001), "An International Analysis of Agricultural Productivity", in L. Zepeda, ed., Agricultural Investment and Productivity in Developing Countries, FAO, Rome.

FAOSTAT. 2009. http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx. Accessed June, 2012.

Fulginiti, L. and R. Perrin (1993), "Prices and Productivity in Agriculture", Review of Economics and Statistics, 75, 471-482.

Fulginiti, L.E. and Perrin, R.K. (1997), "LDC agriculture: Nonparametric Malmquist productivity indexes", Journal of Development Economics, 53, 373-390.

Fulginiti, L.E. and Perrin, R.K., (1998), "Agricultural productivity in developing countries", Journal of Agricultural Economics, 19, 45-51.

Fulginiti, L.E. and Perrin, R.K. (1999), "Have Price Policies Damaged LDC Agricultural Productivity?", Contemporary Economic Policy, 17, 469-475.

Gonzáles – Avalos, E., Suarez, L. G.: Methane convertion factors from cattle manure in México. Atmósfera 2007: 20 (1): 83 – 92.

Hoang, Viet-Ngu, Coelli, Thimothy Jammes (2009). Measurement of Agricultural Total Factor Productivity Growth Incorporating Environmental Factors: A Nutrients Balance Approach. Australian Agricultural and resource economic society (AARES) 53RD Annual Conference. Northerrn Queensland, Austria, 10th - 13th Febraury 2009. http://ageconsearch.umn.edu/handle/47636

Karihara, M., Hagner, R. A., McCrabb, G. J.: Methane production ang energy partition of cattle in the tropics. Br. J. Nutri 1999: (81): 227 – 234.

Lanteri, Luis N. (2002). Productividad, desarrollo tecnológico y eficiencia. la propuesta de los índices Malmquist. Anales de la Asociación Argentina de Economía Política, XXXVII Reunión Anual, Tucumán, Argentina [en línea] www.aaep.org.ar

Lusigi, A. and Thirtle, C. (1997), "Total factor productivity and the effects of R&D in African agriculture", Journal of International Development, 9, 529-538.

Ludena, C.E. et al. (2007). "Productivity Growth and Convergence in Crop, Ruminant and Non-Ruminant Production: Measurement and Forecasts." Agricultural Economics 37: 1-17.

Leudena, Carlos E. (2010), Agricultural Productivity Growth, Efficiency Change and Technical Progress in Latin America and Caribbean. IDB Working paper serie No. IDB-WP-186. http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35838847

Martin, W. and Mitra, D. (1999), "Productivity Growth and Convergence in Agriculture and Manufacturing", Agriculture Policy Research Working Papers, No. 2171, World Bank, Washington D.C.

Nin, A., Arndt, C. and Preckel, P.V. (2003), "Is agricultural productivity in developing countries really shrinking? New evidence using a modified nonparametric approach", Journal of Development Economics, 71, 395-415.

IPCC (2006), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. Vol 4 CH. 10 IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Technical Support Unit % Institute for Global Environmental Strategies 2108 -11, Kamiyamaguchi Hayama, Kanagawa JAPAN, 240-0115 Fax: (81 46) 855 3808 http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp Printed in Japan ISBN 4-88788-032-4

Rao, D.S.P. and Coelli, T.J. (1998), "Catch-up and Convergence in Global Agricultural Productivity, 1980-1995", CEPA Working Papers, No. 4/98, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, pp. 25.

Rao, D. S. Prasada, Christopher J. O'Donnell, and George E. Battese. (2003) "Metafrontier Functions for the Study of Inter-Regional Productivity Differences." Working Paper no. 01/2003, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, School of Economics, The University of Queensland.

Serrano, Alfredo y Martín, Sergio. (2011). La Economía Verde desde una perspectiva de América Latina. Fundación Friedrich Ebert, FES-ILDIS.

Suhariyanto, K. and Thirtle, C. (2001), "Asian Agricultural Productivity and Convergence", Journal of Agricultural Economics, 52, 96-110.

Suhariyanto, K., Lusigi, A. and Thirtle, C. (2001), "Productivity Growth and Convergence in Asian and African Agriculture", in Asia and Africa in Comparative Economic Perspective, P. Lawrence and C. Thirtle, eds. London: Palgrave, 258-74.

Tong, Haizhi, et. al, (2009). Chinese Regional Agricultural Productivity: 1994-2005. Contributed Paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists' 2009 Conference, Beijing, China, August 16-22, 2009. Copyright 2009 by Haizhi Tong, L.E. Fulginiti and J. P. Sesmero. All rights reserved

Trueblood, M.A. and Coggins, J. (2003), Intercountry Agricultural Efficiency and Productivity: A Malmquist Index Approach, mimeo, World Bank, Washington DC.

USEPA July (1993).: Option for reducing methane emissions Internationally. Vol.I, Technological options for reducing methane emissions. Report to congres. EPA 430 – R – 93 – 006B.

Wiebe, K., Soule, M., Narrod C., and Breneman, V. (2000), Resource Quality and Agricultural Productivity: A Multi-Country Comparison, mimeo, USDA, Washington DC.

Yeboah, Osei., et. (2011). Measurements of Agricultural Productivity and Efficiency Gains from NAFTA. Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Corpus Christi, TX, February 5-8, 2011.

Zúniga, G. Carlos A., (2011), Texto básico de economía agrícola: Su Importancia para el Desarrollo Local Sostenible. Brought to you by the University of Minnesota Department of Applied Economics and the University of Minnesota Libraries with cooperation from the Agricultural and Applied Economics Association. ISBN: 978-99964-0-049-0. Registro de propiedad intelectual No OL-019-2011. Charter II, pag32-86. Disponible On Line en: http://purl.umn.edu/111604

Zúniga, G., Carlos, A. (2011b), Impacto de la deforestación en el desarrollo local sostenible de los hogares: caso de Nicaragua, 1998-2005. Revista Académica de la Universidad Centroamericana Encuentro Vol. 88, pp. 101-119, Enero 2011. Disponible online en http://encuentro.uca.edu.ni http://encuentro.uca.edu.ni/index.php?option=com_content&view=article&id=64%3Aedicion-88&catid=17%3A2011&Itemid=7 .

Working Paper

The RCASAE working papers are produced by the Researching Center for Agrarian Sciences and Applied Economic (RCASAE), Agroecology Department, Technology and Science Faculty. The series presents RCASAE´s ongoing research. Working papers are circulated to stimulate discussion and comments. They are made available to the public through the Applied Economic Department, Minnesota University Website. The analysis and conclusions are those of the authors and do not indicate concurrence by UNAN-Leon.

RCASAE

The Researching Center for Agricultural Sciences and Applied Economics (RCASAE) in UNAN-Leon focal point for economic research and policy analysis on issues relating to central food security, productivity, mitigation and adaptability change climate and sustainable development. RCASAE contributes to the generation of knowledge and evolution of scientific thought on hunger and poverty alleviation through its economic and agricultural studies publications which include this working paper series as well as periodic and occasional publications.

Researching Center for Agrarian Sciences and Applied Economics (RCASAE)
Department Agroecology
Technology and Sciences Faculty
Autonomous National University of Nicaragua-León

Contact
Office of the Director
Telephone: + 505 23111779/80
505 2311 5013 ext. 1520
Facsimile: + 505 23114970
Website: cicaea.unanleon.edu.ni
e-mail: czunigagonzales@gmail.com
czuniga@ct.unanleon.edu.ni

Anexos

Tabla 1: Resumen de los cambios en la productividad total de los factores de las economías verdes por países

Países	Camio en la eficiencia técnica	Cambio tecnológico	Cambio en la eficiencia pura	Cambio en la eficiencia a escala	Cambio en la productividad total de los factores
Ecuador	1	1.101	1	1	1.101
Paraguay	1.008	1.064	1.003	1.005	1.073
Costa Rica	1	1.071	1	1	1.071
Uruguay	1.005	1.046	1	1.005	1.051
Colombia	0.999	1.049	1.009	0.99	1.048
Honduras	0.981	1.068	0.984	0.998	1.048
Guatemala	0.991	1.054	0.993	0.998	1.044
Venezuela (República Bolivariana de)	1	1.04	1.002	0.998	1.04
El Salvador	1	1.037	1	1	1.037
Brasil	0.998	1.03	1	0.998	1.028
Chile	0.991	1.034	0.994	0.997	1.025
Canadá	1	1.024	1	1	1.024
Mexico	0.992	1.029	1	0.992	1.02
Nicaragua	0.997	1.014	1	0.997	1.01
Argentina	1	1.008	1	1	1.008
Perú	0.977	1.025	0.976	1.001	1.002
Bolivia (Estado Plurinacional de)	0.972	1.022	0.977	0.995	0.993
Promedios	0.995	1.042	0.996	0.998	1.036

Nota: Todos los índices son promedios geométricos, valores mayor que 1 implican mejoría, menores que 1 desmejoría

Tabla 2: Resumen de la productividad total de los factores de la economía verde durante el período 1980-2009

Años	Cambio en la eficiencia técnica	Cambio tecnológico	Cambio en la eficiencia pura	Cambio en la eficiencia a escala	Cambio en la productividad total de los factores
1981	0.932	0.968	0.912	1.022	0.903
1982	1.075	1.026	1.071	1.004	1.103
1983	0.926	1.046	0.946	0.979	0.969
1984	0.983	1.091	0.98	1.003	1.072
1985	0.96	0.96	0.962	0.998	0.921
1986	0.982	1.061	1.042	0.943	1.042
1987	1.088	0.867	1.095	0.994	0.943
1988	0.918	1.18	0.898	1.022	1.083
1989	1.122	1.061	1.115	1.007	1.191
1990	0.956	1.048	0.947	1.009	1.002
1991	0.974	0.962	0.98	0.994	0.937
1992	1.04	0.916	1.06	0.981	0.953
1993	1.032	0.892	0.985	1.048	0.921
1994	1.096	0.924	1.11	0.988	1.012
1995	0.97	1.04	0.951	1.019	1.008
1996	0.953	1.032	0.991	0.961	0.983
1997	0.955	0.976	0.922	1.036	0.932
1998	1.063	0.916	1.076	0.988	0.974
1999	1.064	1.187	1.028	1.035	1.263
2000	0.9	1.065	0.909	0.99	0.959
2001	0.971	0.956	1.038	0.935	0.928
2002	0.964	1.059	0.962	1.002	1.02
2003	1.036	1.001	0.977	1.061	1.037
2004	0.897	1.123	0.956	0.938	1.007
2005	1.025	0.957	0.997	1.028	0.981
2006	1.12	0.937	1.132	0.989	1.05
2007	0.967	0.994	0.94	1.029	0.962
2008	1.082	0.829	1.061	1.02	0.896
2009	0.865	3.393	0.914	0.946	2.934
Promedio	0.995	1.042	0.996	0.998	1.036

Nota: Los indices son promedio geometricos, valores mayor que uno implica mejorias y menores desmejorias, el año 1981 significa la diferencia entre 1980 y 1981 y asi sucesivamente.

Tabla 3: Pares de DEA de las economías verdes con reducción de metano, 1980-2009

País	PARES													Conteo	
	1980							2009						1980	2009
Argentina	1	1						1						4	6
Bolivia (Estado Plurinacional de)	2	2						1	7	4				0	0
Brasil	3	3						3						1	2
Canadá	4	4						4						3	6
Chile	5	5						8	4	1	7			1	0
Colombia	6	1	8	12	3	4		4	3	12	8			0	0
Costa Rica	7	7						7						2	7
Ecuador	8	8						8						2	4
El Salvador	9	9						9						3	0
Guatemala	10	1	11	4	9			7	1					0	0
Honduras	11	11						8	4	7				1	0
Mexico	12	12						12						1	1
Nicaragua	13	13						13						1	0
Paraguay	14	9	1	7	13			7	1					0	0
Perú	15	15						1	7	8	4			0	0
Uruguay	16	16						16						0	1
Venezuela (República Bolivariana de)	17	9	8	1	4	7	5	7	3	1	16	4		0	0

Nota: El conteo es el conteo de los pares. Ello implica las veces que un país sirve de par para los otros países

Table 4

Analyses of inter-country agricultural total factor productivity (TFP) growth, 1993-2011

Authors	Method	Years	Countries
Fulginiti and Perrin (1993)	CD	1961-85	18 LDC
Bureau et al. (1995)	DEA & Fisher	1973-89	10 DC
Fulginiti and Perrin (1995)	DEA	1961-85	18 LDC
Craig et al(1997)	CD	1961-90	98
Lusigi and Thirtle (1997)	DEA	1961-91	47 Africa
Fulginiti and Perrin (1998)	CD (VC)	1961-85	18 LDC
Rao and Coelli (1998)	DEA	1961-95	97
Amade (1998)	DEA	1961-93	70
Fulginiti and Perrin (1999)	DEA & CD	1961-85	18 LDC
Martin and Mitra (1999)	Translog	1967-92	49
Wiebe et al. (2000)	CD	1961-97	110
Chavas (2001)	DEA	1960-95	12
Ball et al. (2001)	Fisher (EKS)	1973-93	10 DC
Suhariyanto et al. (2001)	DEA	1961-96	65 Asia/Africa
Suhariyanto and Thirtle (2001)	DEA	1961-96	65 Asia
Trueblood and Coggins (2003)	DEA	1961-91	115
Nin et al (2003)	DEA	1961-94	20 LDC
Rao and O´Donnell(2004)	DEA-SFA MF	1986-90	97
Coelli and Rao (2005)	DEA	1980-00	93
Coelli et al (2005)	DEA	1987-02	100 Belgium farms
Tong et al (2009)	DEA-SFA	1994-05	29 Chinise provinces
Hoang and Coelli (2009)	DEA	1990-03	28 OECD
Yeboah et al (2011)	DEA	1980-07	3 DC

Tabla 4.1 : Resultados de estudios Previos que aplicaron el Índice de PTF de Malmquist								
Autores	Coelli and Prasada	Leudena Carlos	Nin et al.	Avila and Evenson	Trueblood and Coggins	Arnade	Lanteri Luis N	Este estudio
Fecha estudio	2003	2010	2003	2004	2003	1998	2002	2012
# Países	93	120	115	82	115	70		17
Periodo	1980-2000	1961-2007	1965-94	1961-2001	1961-91	1961-93	1970-2001	1980-2009
Método	DEA	DEA	DEA	OLS	DEA	DEA	DEA	DEA
Países								
Argentina	-2.7	2.4	2.5	2.1	-2.6	-1.9	0.995	0.932
Bolivia (Estado Plurinacional de)	1.1	1.9	0.9		0.4	4.7		1.005
Brasil	1.1	1.8	-0.5		-0.6	1.9		0.975
Canada								1.018
Chile	1.1	2.1	0.6	1.4	1.4	1.3	0.999	0.997
Colombia	1.4	2.1			1.6	1.8		1.02
Costa Rica	1.028	1.037	1.018	1.015	1.027	1.033		1.024
Ecuador	0.3	1			-0.6	-1		1.02
El Salvador	1.008	1.003	0.98	1.01	1.003	0.992		0.989
Guatemala	1.005	1.019	1.03	1.007	1.009	0.995		1
Honduras	1.003	1.013	0.95	1.016	0.987	0.996		0.99
Mexico	1.5	2.1	0.9	1,9	0.5	1.2	1.01	0.999
Nicaragua	1.018	1.014		1.016	0.964	0.998		0.99
Paraguay	-1.6	1.08	-2	1.2	-1.1	0.2		1.02
Peru	1.5	1.2	0.7		-1.1		0.989	0.998
Uruguay	0	0.9	1.5				0.987	1.014
Venezuela (República Bolivariana de)	0.6	2.1			0.7	0.2		1.058